

## 積雪の移動による植生破壊と 雪食作用について

下 川 和 夫

### は じ め に

積雪による侵食作用（雪食作用）は、地形学だけに限らず、林業経営、山地防災等、広汎な分野に恒り多くの問題を含んでいる。雪食作用は、積雪自体の斜面移動によって直接的に引き起こされる侵食作用と、残雪の存在が間接的に侵食に関与するニベーション（nivation）に大別される。かつて雪食作用といえば、ニベーションを指すことが多かったが、むしろ移動する積雪による侵食作用の方が、侵食量、普遍性においてその主体をなすと考えられる。残雪の作用については、すでに筆者の総説（下川，1980b）があり、それ以後めだって研究が進展したともいえないので、ここでは省略する。

積雪が重力によって急速に斜面を移動する現象を雪崩とよぶ。その中で積雪全体が地表面を滑り面として滑落する全層雪崩は、地形形成作用として古くから注目されてきた。また、春に斜面積雪のザラメ化（粒雪化）が進行すると、積雪全層がゆっくりと斜面を滑り降る。グライド（glide, 積雪底面滑り）と呼ばれるこの現象も、全層雪崩と同様の侵食様式をもち、地形形成作用として重視されてきた。

日本における雪食作用研究の歴史をふり返ると、この問題に関する関心は、氷河問題論争の中から派生的に生れたといえる。小川（1931）の論文によって、日本における氷河問題が再燃した（岡山，1935，1937）のをうけて、飯豊山地、三国山脈、越後山脈など、日本の多雪山地から、基盤岩上の擦痕が多数発見され、氷河作用と関連づけて報告された（青木，1933，小松山，1933，小林，1932など）。そんな中で、今村（1933，1935）による白馬大雪溪の実験は、現在の積雪の侵食作用によって、岩盤の削磨が充分に行なわれることを明らかにしたものである。この研究は、雪食作用そのものを研究目的としたものではなかったが、雪食作用研究の草分け的なものとして評価される。同じ頃、久野（1934）も、越後山脈で積雪の徐動（glide）に起因する岩盤上の擦痕を報告している。しかしながら、これらの報告によって雪食作用という現象が広く認識されはじめ、今西（1933）、加納（1934）らはその作用の重要性について言及してはいるものの、地形学の分野ではそれ以上研究の進展はみられなかった。その後、小出（1955）、三浦（1956 a, b）等の著書、論文が単発的にあらわれるが、研究の空白期間が約30年続く。昭和38年、北陸地方を襲った豪雪を機に、主として空中写真の判読によって始めて積雪分布図、雪崩分布図等が作成されてゆく中で、雪崩が発生した斜面の地形特性も記載された（中野ほか，1964，門村，1964）。その多くが雪崩侵食によって形成された地形と考えられるが、雪崩を地形形成作用のひとつとして位置づけるような論述はない。

ところで、1960年以降、北海道では、主として林学、砂防工学系の研究者による雪食作用の研究が始まる。これらの研究は、山地の土砂災害防止、森林保全を主目的とした基礎的研究であり、主に雪崩、グライド等、積雪の移動による植生破壊とそれに伴う山地崩壊のプロセスが

主題であった。この一連の研究により、積雪による斜面の侵食様式に関する知見が飛躍的に増した。

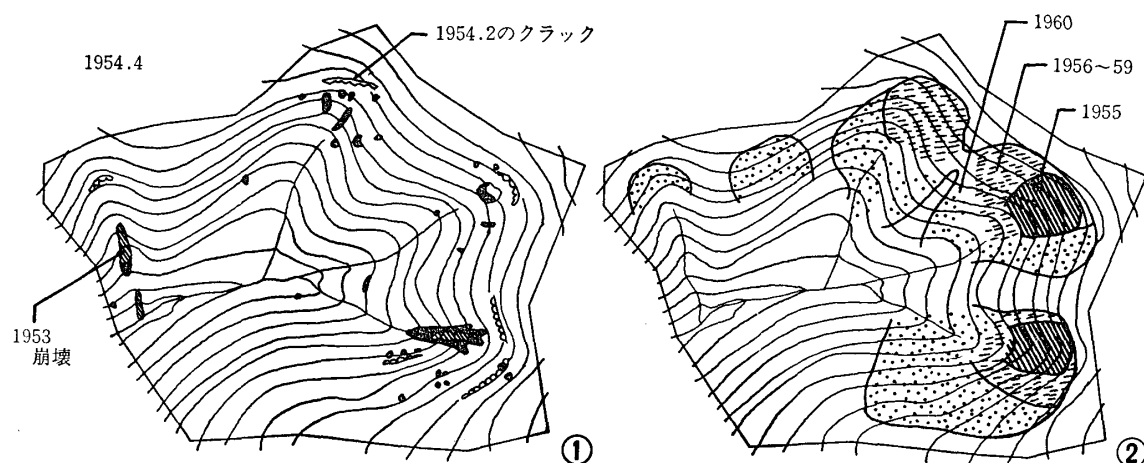
これらの研究と平行して、新潟県を中心に本州の多雪地帯では、林学関係者によって森林伐採と雪崩の発生、斜面の崩壊の因果関係が、野外実験等により論じられたが、ここでは、とくに積雪のグライドによる伐採跡地の伐根の引き抜きが、雪崩地の拡大、斜面の崩壊を助長することが明らかにされた。以上のような、植生を介して進行する雪食作用に関する研究は、今まで地理学や地形学には全く欠如していた。そこで本研究では、主として林学、砂防工学の研究者によって行なわれてきた雪食作用に関する研究を総括するとともに、とくに北海道の雪食地形研究について、地形学の立場から問題点を指摘し、今後の指針としたい。

## I. 伐採跡地の雪食作用

1960年代から70年代にかけ、東北日本を中心に、多雪地帯のブナ林が林業の対象となり、各地で皆伐が進行した。森林の機能は周知の通り多岐に亘るが、斜面積雪を安定させる杭群としての役割は、多雪地帯において最も重要な森林機能のひとつといえる。

多雪地の皆伐急斜面では、伐採後積雪の不安定化に伴って雪崩が発生し、グライドが卓越するようになる。積雪の移動は、土壌侵食を引きおこし、土壌の流亡は林業の経営基盤を揺るがす大問題である。このような状況の下で、多雪地の伐採跡地の管理、保全に関する問題が重視されるようになったのは、必然性があったといえる。

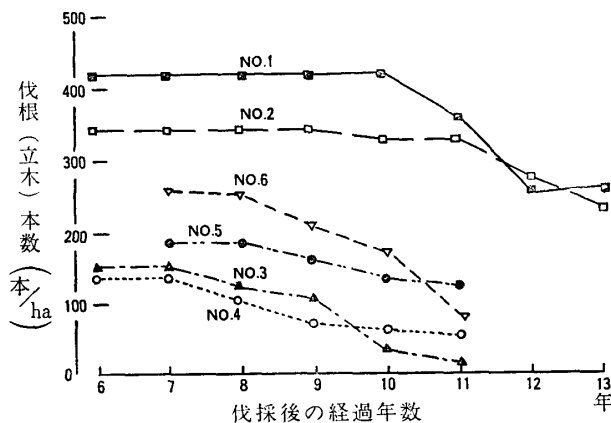
高橋ほか(1968)の研究は、森林の有無が小流域の河川流出量に及ぼす影響を検討することを目的とした大規模な野外実験であったが、この研究で森林伐採後の斜面の雪崩地への変貌過程が明示され、多雪地における森林の取り扱い、とくに雪崩作用と林地土壌の保全に関して、重要課題を浮き掘りにした。その研究の概要は次のとおりである。山形県最上郡真室川の釜淵森林理水試験地において、小流域の森林を皆伐し、無立木状態を維持するために年2回火入れを行った。約6年後、200mmを越す豪雨にみまわれた際、流域内に小規模な崩壊が発生、翌年春、豪雨による小崩壊のほか、斜面の上方で伐根が積雪の移動により押し倒され、引き抜かれてくぼ地状の小崩壊が形成されているのが認められた。くぼ地状の小崩壊は、同年2月に積雪表面に観察されたクラック(雪割目)の直下に集中しており、これは積雪の移動が盛んな場所で伐根の引き抜きが発生したことを示している(第1図の①)。さらに皆伐約8年後、流域内で全層雪崩が発生するようになり、以後、全層雪崩は常習化するとともに、その発生面積が次



第1図 雪崩地の拡大過程(山形県真室川) 高橋ほか(1968)を改変

第に拡大し続け、13年後には全流域の約50%が雪崩地化した（第1図の②）。ここでは土壌侵食については詳しい記載はないが、雪崩地の拡大化、雪崩の常習化が不可逆的に進行してゆくことによって、土壌侵食も加速的に進んで行ったものと推定される。この研究によって、伐採跡地の荒廃化の原因のひとつとして、伐根の問題が浮き彫りにされたといえる。従来、伐根にも雪崩防止効果があると考えられていたし、多雪地帯の樹木の根元部分は根曲りを起こして用材としての価値が低いこともあって、根元からある程度高い位置で伐採する方法が積極的にとられてきたと聞く。しかし、伐根の高さが高い程、斜面雪圧はモーメントが大きくなるので、より転倒しやすくなる（佐伯ほか、1977）。また、伐根の土壌緊縛力自体、伐採後の経過年数とともに根系の腐朽が進み低下してゆく（難波、1972）。このような認識のもと、伐採跡地の保全に関して、国立林業試験場を中心に、伐根の問題が1970年以降の主要研究テーマのひとつとなった。

佐伯ほか（1977、1981）は、新潟県の苗場出塊一帯のブナ皆伐跡地において、斜面雪圧によるブナの伐根の脱落現象と、雪崩の発生に至るまでの経過を経年的に調査した。その結果、伐採跡地の伐根の数は、皆伐地で8年目から、択伐地で10年目から減少し始め、以後、伐根の脱落は一貫して進行した（第2図）。伐根の脱落した穴は、形成時で直径が平均180cm、深さ40～

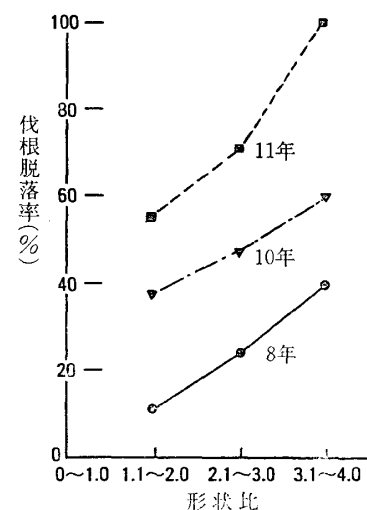


第2図 伐採後の経過年数と伐根の減少（新潟県苗場山塊） No. 1, 2は択伐地, No. 3～6は皆伐地（佐伯ほか、1981）

50cm程度であるが、翌年転倒伐根に対して斜面雪圧が加わり、伐根が積雪の移動に伴って引きずられるため、溝状の雪食地に移行、拡大してゆく場合が多い。この作用は毎年繰り返されるので、植生の回復、崩壊地の治癒は望めず、林地としての価値が失われてゆく。その影響は伐採斜面のみにとどまらず、流域河川への土砂供給量の増大をひきおこし、治水上も問題となる。そこで伐根の脱落を抑制する方法として、伐採時に伐根の形状比（ $H/D$ 、 $H$ ：伐根高、 $D$ ：伐根の直径）を変えることが検討された。つまり、伐根の脱落率と伐根の形状比との関係を求めると、伐採後の経過年数とともに、伐根脱落率は増大してゆく

が、同じ年度でみれば、伐根形状比の大きいもの、つまり細くて背の高い伐根ほど多く脱落している（第3図）。これは形状比の大きい伐根程、早い時期に脱落することを示す。従って、第3図かひ読み取れるように、伐根形状比を3.0～4.0から、1.1～2.0にしたならば、伐根の脱落開始を2年程度遅らせることができることになる。高橋ほか（1968）の実験結果と同じように、多雪地帯では、伐根の雪崩防止効果は、8～10年しか期待できない。この値は無積雪地における伐根の自然腐朽による土壌緊縛力低下速度より、かなり早いと見積られる（高橋ほか、1968）。これは伐根腐朽を待たず、斜面雪圧による根系の切断が進行するからである。しかも多雪地の伐採跡地における雪食は、伐根の引き抜きをきっかけに進行してゆくだけに、侵食深も深く、多量の土壌が剝削をうける。雪崩による伐採跡地

50cm程度であるが、翌年転倒伐根に対して斜面雪圧が加わり、伐根が積雪の移動に伴って引きずられるため、溝状の雪食地に移行、拡大してゆく場合が多い。この作用は毎年繰り返されるので、植生の回復、崩壊地の治癒は望めず、林地としての価値が失われてゆく。その影響は伐採斜面のみにとどまらず、流域河川への土砂供給量の増大をひきおこし、治水上も問題となる。そこで伐根の脱落を抑制する方法として、伐採時に伐根の形状比（ $H/D$ 、 $H$ ：伐根高、 $D$ ：伐根の直径）



第3図 伐根形状比と伐根脱落率。（新潟県苗場山塊）（佐伯ほか、1981）

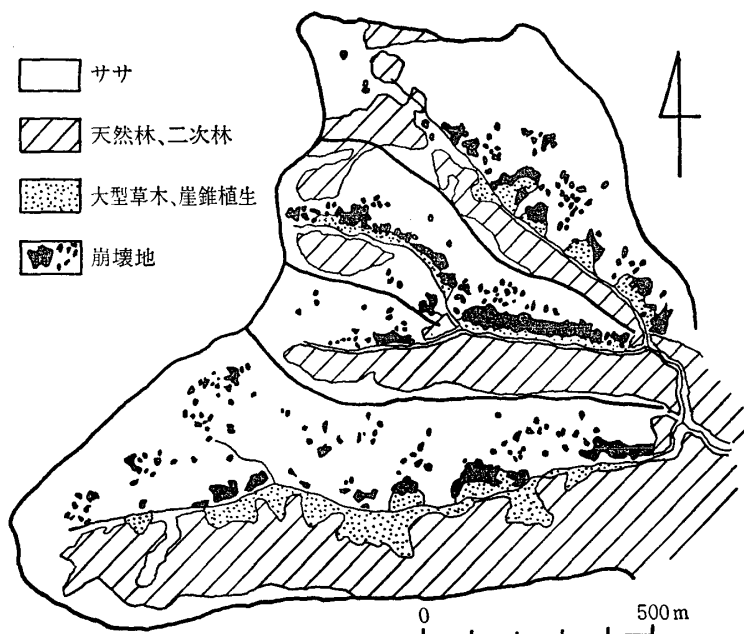
の侵食量については、大関ほか（1974）が、新潟県六日町で測定した一例がある。この例では、1回の全層雪崩が雪崩発生区約3.5 haから360 m<sup>3</sup>の土砂を削り取った。これを侵食深に換算すると約1 cmである。全層雪崩によって形成されたアバランチ・シュート（下川, 1980a）など、全層雪崩常習斜面の侵食深は、内外の文献から $10^{-2}$ ~ $10^{-1}$  m<sup>3</sup>/年のオーダー（下川, 1981, Rapp, 1960）であることがわかっており、過去に雪食作用をうけたことのない斜面での土砂削剥量が、いかに大規模であるかがわかる。

## Ⅱ. ササ斜面の雪食作用

1960年代以降、本州の伐採跡地で雪食作用の問題が顕在化するのと同じ頃、北海道では、ササにおおわれた斜面を中心に、全層雪崩やグライドによる植生破壊と斜面侵食が問題になっていた。ササは倒伏すると、積雪層と地表との間で、滑り面の役割を果たし、雪崩やグライドを誘発する（古川, 1960, 若林ほか, 1968, 1976など）と考えられる。一方、倒伏せず、積雪層内に斜立した場合、積雪の移動に伴って引き抜かれ小崩壊を生ずる。ササが冬季に倒伏するか斜立しているかは、佐伯ほか（1979）が落葉低木を使い、海拔高度と樹幹傾斜の関係を観察した例が示唆するように、根雪化する頃の降雪時の気象条件が大きな決定要因になるらしい。つまり、初冬に一度に大量の湿雪が、無風あるいは弱風下で降ると、冠雪、着雪が生じ、植生は倒伏する。逆に降雪が除々にもたらされ、低温あるいは強風を伴った場合、冠雪、着雪がおこらず、その後積雪内で斜立する。ササが斜立するか、倒伏するかは、風の強さ、気温等に関係するから、地域差、年度差があると予想されるが、あまり議論されたことはない。

ササが積雪層内にくわえ込まれ、積雪の移動によって引き抜かれる時、ササはその根系網と、それを充填する土壌の集合体である板状体ごと脱落することが、北海道各地で報告されている（松井ほか, 1970, 若林ほか, 1976, 小野寺, 1979など）。ササ斜面における雪食作用の特異性は、その侵食が板状体を単位として進行することにあるらしい。

第4図は、天塩山地の北部、問寒別の崩壊地と植生の分布（小野寺, 1979）である。当地域は、新第三地層で構成される丘陵性山地で、約40年前山火事を経験している。北向き斜面で

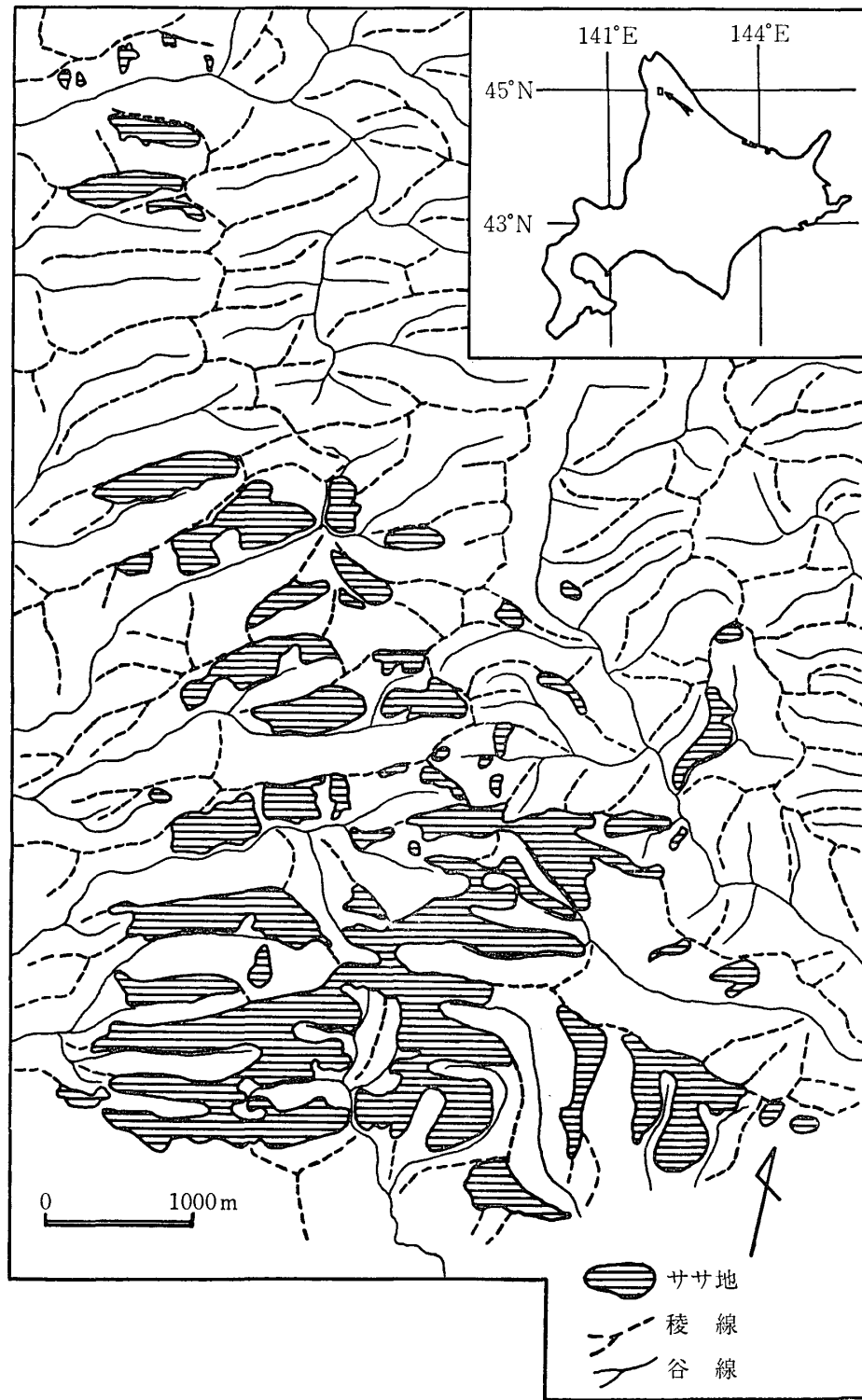


第4図 清川上流域における植生区分と崩壊裸地 小野寺（1979）を改変

は、部分的に焼失をまぬがれた天然林が存在しており（遠藤ほか，1963），焼失部でも，ダケカンバ等をはじめとする二次林が再生しているが，南向き斜面は広くササにおおわれる。崩壊地の分布をみると，その大多数が南向きのササ斜面に生じていることがわかる。この地域では，ダケカンバの大部分が根曲りをおこしていること，ササの密度の低い部分の土壌表面に擦痕が残されていること，また崩壊地の土層中に，ちぎれた腐朽根が残されており，下方には土塊をつけた伐根がみられることなどから，崩壊地の多くが，積雪のグライドや雪崩といった積雪の移動現象による侵食によって生じたと考えられる。崩壊地の分布が南向き斜面に偏在している原因として，南向き斜面は積雪密度が1.5倍も大きく，しかも日射量の関係で積雪がより粒雪化しやすいため，雪崩やグライドなど，積雪の移動がおこりやすいからだと考えられている。南向き斜面で斜面積雪の可動性が高くなる事実は，山村（1968）が実測によって確かめている。南向きササ斜面→積雪の移動→崩壊地形成という図式が，一見成立するかにみえるが，ササ斜面の積雪移動に関しては，ササが原因なのか，結果なのか，なお考察の余地があろう。いずれにしろ，ササ斜面では，積雪の移動が卓越するため，森林の再生が停滞しているとみることができる。

第5図（鈴木，1979）は，第4図に隣接する幌延町内の山地のササと崩壊地の分布をあらわしている。この一帯は，1926年，29年など，過去12回にわたって開墾火入れの延焼による大規模な山火事を経験している。その後，木本類が回復しなかった斜面は，広くササにおおわれている。第5図をみると，ササの分布と崩壊地の分布が，見事なまでに一致している。同地域では，成田ほか（1974など）によって雪崩の分布が経年的に調査されているが，雪崩の発生箇所が，南向きササ斜面に多いこと，崩壊地で発生する雪崩は，土砂を含み，崩壊地の維持，拡大に直接的な役割を果たしていることがわかっている。したがって，森林がササ地に変化したことによって，雪崩が発生するようになったと解釈することができる。同時に鈴木（1979）は，佐伯（1970）の新潟県における観察結果と同様に，崩壊地の平面形態が円形剝離型から連合型，拡大型と拡大化してゆく事実を新旧の空中写真の判読から明らかにした。

以上の点からは，ササの有無，ササ斜面か否かが，斜面侵食の大小を規定する第一の要因のようにも思われる。ところで小野寺（1979）は，第4図の地域において，方位による侵食量の差異を比較するため，南北両斜面の崩壊地を選び，侵食量を測定している。その結果によれば，崩壊地という同一条件下にありながら北向き斜面は，南向き斜面に比べ，侵食量が1桁小さい。北向き斜面で侵食量が小さいのは，日射量が相対的に少なく，乾湿のくり返しによる頁岩の風化や，乾燥季の風食が少ないこと，冬期間になだれが発生しないので，積雪におおわれている期間が長く，凍結破砕による斜面の風化が著しく遅いことなどを理由にあげている。この結果によれば，裸地斜面では，それが凍結破砕が盛んな寒冷な気候条件下，あるいは乾湿交代による風化をとくに受けやすい頁岩などの地質条件下にあった場合，南北の方位そのものが侵食量の差異を生み出す因子であって，ササという植生が本質的なものではないことを示唆する。しかしながら，南向き斜面の積雪は，前述のような理由で不安定である。積雪の移動は，直立する木本類の侵入を阻止し，代って優占したササは，さらに積雪の可動性を促し，積雪の移動は斜面を侵食する。雪食作用の結果生じた崩壊地は，多少ササの回復で縮少する場合もある（鈴木，1979）が，維持ないし拡大してゆく。北海道におけるササと雪食作用は，共存関係にあるとみることができよう。



①

第5図 ササ地の分布①と崩壊地の分布②



②

(幌延町間寒別西方) 鈴木 (1979) を改変

### Ⅲ．北海道における雪食作用の特殊性と課題

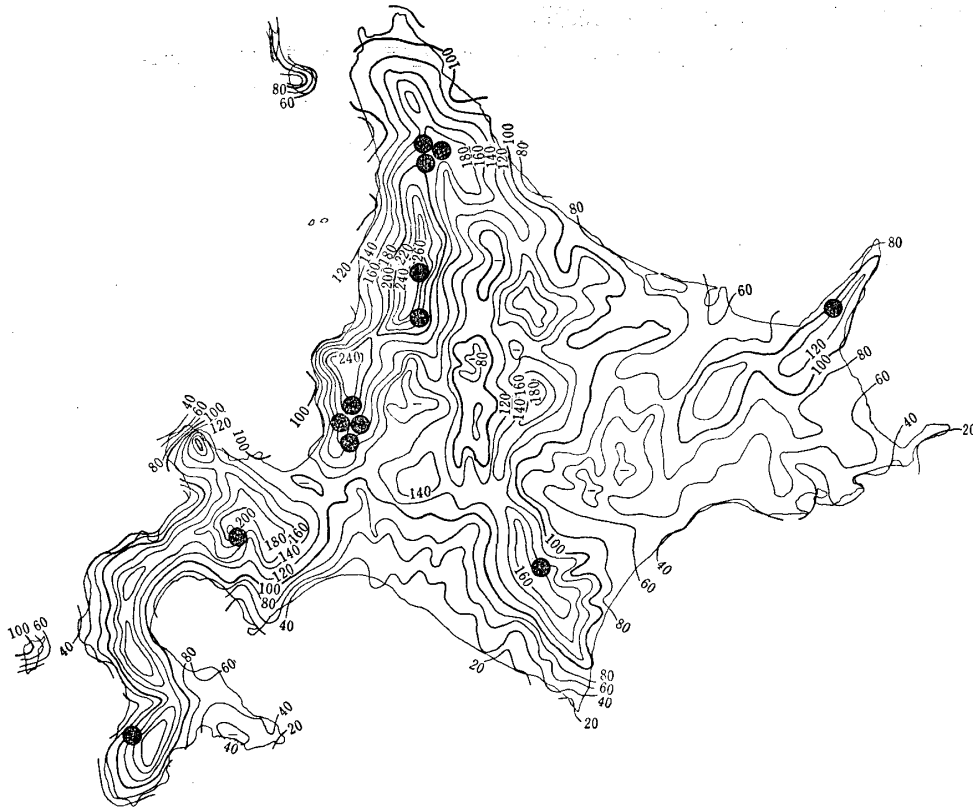
北海道における雪食作用研究で、主要目的のひとつがササ斜面の雪食であった。ササは元来、暖地性植物であり、寒さにはすこぶる弱い。とくに冬芽が寒気に曝されると枯死し、発芽しない。このことは、ササの仲間が積雪深約50cmの等深線を境界として、多雪地帯と寡雪地帯で生活型を異にする事実（薄井，1958）でも明らかである。ところで最終氷期における北海道の積雪環境は、現在とどのように違っていたのか。化石周氷河現象や地形の分布から推定すると、平野部を含むほぼ全域が、周氷河環境下にあったと推定されている（小嶋，1982）。つまり、冬の積雪は現在より少なく、地面は凍結し、ツンドラ景観が支配的だった。現在、暖地性のササは、積雪下に埋もれることによって外気の影響をうけず、かろうじて北海道の冬を越しているが、現在より積雪が少なかったと予想される氷河期に、ササの生育する環境があったとは考えにくい。したがって、北海道にササが広く分布するようになったのは、後氷期に入り、温暖化、多雪化が進んでからと推定される。さらに明治時代以降、開拓事業の進展に呼応して山火事を原因とする人為的ササ原の出現がすると、ここに現在みられるような雪食作用とササ原の競合が展開し始めたのであろう。後氷期の多雪化がササの分布を広げ、ササの存在が雪崩やグライドなど、積雪の移動とそれに伴う雪食作用を普遍化していった。ササと雪食作用は切っても切れない一種の共存関係にあるとみることができる。

北海道にみられるようなササ原は、本州の中部以北、上信越国境稜線や、東北の火山などではめずらしくない。これらのササも、北海道のササ同様、現在の気温条件からみれば分布は不可能である。いわゆる‘日本海要素’のひとつにあげられるハイユガヤ、ヒメユズリハ、ヒメモチなどの常緑低木同様、多雪化に伴って種の分化と分布域の拡大が行なわれてきたとみられる。ササに代表される暖地性の植物の分布、積雪の深さ、雪食作用の強弱は、お互いに深い関係にあり、その変遷も連動してきた筈である。植生、積雪環境、地形形成環境の変遷を編んでゆく上で、三者の相互関係をもう一度検討する必要がある。その点、北海道で行なわれてきた、ササと雪食作用の研究は、重要な示唆を与えるものといえる。

日本の最深積雪地帯である東北南部から新潟、北陸3県の山間部の気候特性を温暖多雪と表現すれば、北海道のそれは、寒冷多雪と呼んで差しつかえなかろう。北海道の積雪は、本州の多雪地に比べると少ない割に、積雪期間は長く、積雪の密度にも顕著な差があろう。相対的に寡雪であり、より寒冷的な北海道では、積雪層内にシモザラメ層が形成され、それが破壊されて雪崩が発生することがあるが、本州からの報告を筆者は知らない。このように北海道は、本州とは明らかに異なる積雪環境下にあるが、その差が地形形成作用の質的、量的違いに有意であるのか否か、全くわかっていない。たとえば、本州のササ原で、顕著な雪食作用が報告されていないのは、研究がないだけなのか、北海道と何らかの条件が違うからなのかも明らかでない。また、北海道における山地の削剝に関わる作用のひとつに、凍結破碎の問題がある（小野寺，1979）。冬季あるいは春先に全層雪崩が発生し地表面が露出すると、外気の影響を強くうけて凍結破碎作用が進むのも、寒冷地である北海道の特殊性といえる。それがササ斜面でおこった場合、ササの枯死を招き、崩壊地の拡大を助長する。低温による植生破壊と、凍結作用を通じた山地の削剝に、雪崩の作用が間接的に関与しているといえる。

以上のように、北海道における雪食作用に関わる諸問題は、本州とは異なる気候環境、積雪環境、植生を考慮に入れた上で解決されなければならないだろう。それにはまず、雪食作用の空間的広がりを把握することが必要となる。第6図には、北海道の積雪分布と、過去に雪食作用に関する研究が行なわれた地域を示した。同図からわかる様に、北海道における雪食作用研究は、日本海よりの天塩山地、増毛山地等の最深積雪地に偏っており、その多くが新第三系の





第6図 北海道の最深積雪の平均値の分布と過去に雪食作用研究の行なわれた地域

堆積岩類の分布する地域に一致する。東北日本南部でも、新第三系は固結度が低く、地形変化の速度が速いためなのか、雪食地形がそこに偏在する傾向にある（下川，1980 a）が、北海道でも同じ理由で新第三系の地質からなる地域に研究が集中しているのかもしれない。しかし、北海道においては、雪食地形の分布について、その概要すら明らかにされていないのが現状である。東北日本の例（下川，1988）では、最大積雪深 150 cm以上の地域に雪食地形が分布することがわかっている。その結果をそのまま北海道に適用すれば、北見山地、石狩山地、日高山脈、天塩山地、渡島半島の脊梁部に雪食地形が分布すると予想されるが、この点についても今後の研究による情報の蓄積が待たれる。

## 参 考 文 献

- 青木廉二郎，野村七平，植田房雄（1933）：飯豊山。齊藤報恩会時報，88，1-9。  
 今村学郎（1933）：白馬岳附近の雪蝕現象。地質雑，41，738-40。  
 今村学郎（1935）：白馬岳の雪蝕擦痕。地質雑，42，722-4。  
 今西錦司（1933）：日本アルプスの雪線について。山岳，第28年，193-236。  
 薄井 宏（1958）：太平洋-日本海気候域境界における森林植生。日林誌，40-8，332-42。  
 遠藤泰造，鶴田武雄（1963）：北海道の頁岩地帯における林地の崩壊機構に関する研究。雪食による林地の崩壊について。第74回日本林学会大会講演集，363-6。  
 大関義男，渡辺成雄，佐伯正夫（1974）：全層雪崩による雪食の一例。治山，19-9，196-8。  
 小野寺弘道（1979）：積雪地帯の山地浸食防止に関する基礎的研究。北大農学部演習林研究報告，36-2，255-316。  
 久野 久（1934）：上越山岳地方に於ける岩石面の擦痕とその成因。地質雑，41，684-91。  
 小崎 尚（1983）：氷河・周氷河地形からみた日本の最終氷期。地球，5-1，13-19。

- 小出 博 (1955):『山崩れ』。古今書院, 205頁。
- 小林重幸 (1932):上越国境谷川岳に於ける搔痕を有する岩面。地学雑誌, 44, 622-4。
- 小桧山農夫雄 (1933):U字型の溪谷と其の基底盤上の擦痕に就いて。齊藤報恩会博物館時報, 20 1-2。
- 岡山俊雄 (1935):本邦氷河問題の回顧と現状(上)。山岳, 第30年, 第2号, 195-216。
- 岡山俊雄 (1937):本邦氷河問題の回顧と現状(中)。山岳, 第31年, 第2号, 365-401。
- 門村 浩 (1964):航空写真測量と地形について。雪氷, 26, 7-12。
- 佐伯正夫 (1970):常習的全層なだれ地の雪食。山脈, 21-1, 1-6。
- 佐伯正夫, 渡辺成雄, 大関義男 (1977):豪雪地帯の急斜伐採跡地の荒廃。治山, 22-7, 13-16。
- 佐伯正夫, 大関義男, 渡辺成雄, (1979):豪雪地帯の山地斜面における樹幹傾斜と海拔高。雪氷, 41-4, 59-61。
- 佐伯正夫, 若林隆三, 渡辺成雄, 大関義男, 庭野昭二 (1981):豪雪地帯の森林伐採と雪崩。雪氷, 43-1, 15-20。
- 下川和夫 (1980a):只見川上流域の雪崩地形。地理評, 53-3, 171-88。
- 下川和夫 (1980b):積雪の作用に関する諸研究。駿台史学, 50, 296-318。
- 下川和夫 (1981):アバランチ・シュートにおける雪崩侵食量の調査, 一御神楽岳を中心として一。雪氷, 43-4, 217-223。
- 下川和夫 (1988):多雪景観の分布からみた東北日本の自然領域区分。札幌大学女子短期大学部紀要, 12, 61-82。
- 鈴木啓助 (1979):北海道北部の山火事跡地にみられる崩壊裸地の時間的推移。環境科学, 2, 1-12。
- 高橋喜平, 小野茂夫, 川口利次 (1968):伐採跡地のなだれ発生過程。雪氷, 30-1, 26-30。
- 中野尊正, 門村 浩, 淵本正隆 (1964):空中写真によるなだれ調査。地理評, 37-6, 34-5。
- 成田英器, 清水 弘 (1974):雪崩観測実験室附近のなだれ分布Ⅰ。低温科学, 物理篇, 32, 資料集, 40-54。
- 難波宣士 (1972):豪雨による山地崩壊と森林との関係。施工技術, 5-11, 93-8。
- 古川 巖 (1960):雪崩発生底面における始動抵抗の研究。鉄道技研速報, 60-75。
- 松井公平, 鈴木 守 (1970):幌延町間寒別西方山地のなだれ型崩壊について。道立地下資源調査所報告, 41, 51-9。
- 三浦牧男 (1956a):秋田県中山地に於ける雪蝕地形。東北地理, 9, 8-13。
- 三浦牧男 (1956b):残雪景観の検討による雪蝕地形の解明。東北地理, 9, 臨増, 8-9。
- 山村 勝 (1968):当別山地における斜面の積雪移動について。日林北支講, 17, 118-20。
- 若林隆三, 山村 勝 (1968):桧山地方におけるなだれの諸形態Ⅰ。日林北支講, 17, 110-3。
- 若林隆三, 吉田 賛, 大森俊雄 (1976):北海道大学桧山地方演習林のナダレ常習地における森林造成試験。北大演習林業務資料, 16, 49-61。
- 若林隆三, 山村 勝, 工藤哲也 (1967):なだれによる林地破壊の一観察例。日林講, 78, 332-4。